



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 42 01 632 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 01 M 8/04**  
H 01 M 8/22

②1 Aktenzeichen: P 42 01 632.0  
②2 Anmeldetag: 23. 1. 92  
④3 Offenlegungstag: 29. 7. 93

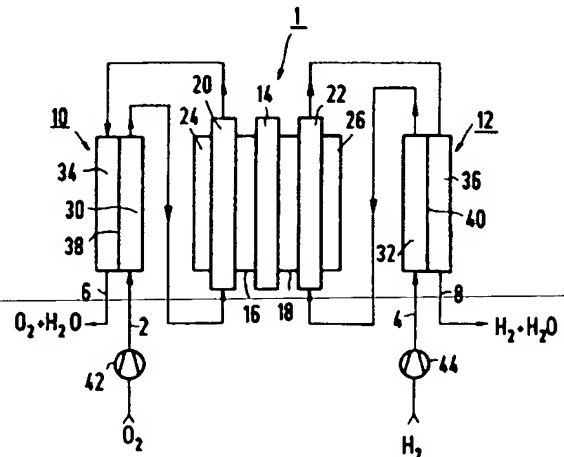
DE 42 01 632 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Straßer, Karl, Dipl.-Ing., 8520 Erlangen, DE

⑤4 Verfahren und Anordnung zur Befeuchtung der einer Brennstoffzelle zuströmenden Reaktanten

⑤7 Bei sauren bzw. alkalischen Brennstoffzellen oder bei Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen besteht das Problem einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt des Elektrolyten während des Betriebes aufrechtzuerhalten. Hierzu sieht die Erfindung vor, daß eine der Brennstoffzelle zuströmenden Reaktant von dem aus der Brennstoffzelle abströmenden selben Reaktanten nur durch eine semipermeable Membran getrennt ist. Die Erfindung ist bei sauren bzw. alkalischen Matrixbrennstoffzellen oder Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen anwendbar.



DE 42 01 632 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Befeuchtung mindestens eines einer sauren bzw. alkalischen Matrix-Brennstoffzelle oder einer Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzelle zu-

strömenden Reaktanten. Bei sauren oder alkalischen Brennstoffzellen entsteht beim Betrieb durch die Oxidation des Wasserstoffs Wasser. Zugleich wird durch die abströmenden Reaktanten, den Oxidator ( $O_2$  oder Luft) und dem Brennstoff ( $H_2$ ), ständig Feuchtigkeit dem Elektrolyten entzogen und aus der Brennstoffzelle ausgetragen. Die Leistungsfähigkeit einer solchen Brennstoffzelle ist jedoch sehr stark vom Wassergehalt bzw. der Konzentration des Elektrolyten abhängig. Wird zuviel Wasser aus dem Elektrolyten ausgetragen, so kann dieser bzw. die ihn haltende Matrix bzw. die hydrofilisierte Ionenaustauschermembran austrocknen. Dabei sinkt zunächst nur die Leistungsabgabe der Brennstoffzelle. Schließlich kann es auch zu einem Gasdurchbruch kommen, bei dem sich Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zu Knallgas mischen. Wird andererseits zu wenig Wasser ausgetragen, so wird die Funktion durch sinkende Elektrolytkonzentration oder Füllung der Gasräume mit Wasser gestört und die Brennstoffzelle hört allmählich auf zu arbeiten.

Während die Einstellung des optimalen Wassergehalts bei bekannten Brennstoffzellen mit zirkulierenden Elektrolyten relativ einfach ist, ist die Einstellung des Wassergehalts bei den viel kompakteren Matrix-Brennstoffzellen und erst recht bei Brennstoffzellen mit Ionenaustauschermembranen sehr viel aufwendiger, weil der Wassergehalt hier relativ gering ist und daher Ungleichgewichte beim Wasseraustrag schnell zu Funktionsstörungen führen.

Bei Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzellen ist es zur Einstellung des Wassergehalts bereits bekannt, in den Zuführungsleitungen für die Reaktanten, d. h. den Oxidator und den Brennstoff wasserbefeuchtete Membranbefeuchter, Rohrbündelbefeuchter oder Blasenbefeuchter zu verwenden. Diesen Befeuchtern wird entionisiertes Wasser über ein eigenes Wasserversorgungssystem zugeführt. Die benötigte Verdampfungswärme wird über die Verlustwärme der Brennstoffzelle, d. h. durch das Kühlwasser der Brennstoffzelle gedeckt.

In diesem Zusammenhang ist es auch bekannt, das benötigte Wasser durch Auskondensieren aus der Abluft der Brennstoffzelle zu gewinnen. Es ist jedoch eine Eigenart einer solchen Konstruktion, daß der Kondensator voluminös ist und bei höheren Umgebungstemperaturen nur bedingt funktioniert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile zu vermeiden und einen Weg zu weisen, wie in möglichst einfacher und zuverlässiger Weise die Feuchtigkeit des Elektrolyten in der Brennstoffzelle eingestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 5 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Ansprüchen 2 bis 4 und 6 bis 10 zu entnehmen.

Dadurch, daß erfindungsgemäß mindestens ein der Brennstoffzelle jeweils zuströmender Reaktant von dem aus der Brennstoffzelle abströmenden selben Reaktanten nur durch eine semipermeable Membran getrennt ist, wird nicht nur Wärme von dem aus der Brennstoffzelle austretenden Reaktanten auf den frisch zuströmenden Reaktanten übertragen, sondern auch Wasserdampf. Dies gilt natürlich nur sofern und soweit die

Feuchte im frisch zuströmenden Reaktanten niedriger ist als in dem von der Brennstoffzelle abströmenden gleichen Reaktanten, was üblicherweise wegen der niedrigeren Temperatur des Reaktanten der Fall ist. Es ist ein besonderer Vorteil, daß der Wärme- und Feuchteübertrag umso größer ist je größer die Temperaturdifferenz bzw. die Differenz der relativen Feuchte ist.

Dadurch, daß erfindungsgemäß der Brennstoffzelle ein Befeuchter für mindestens einen Reaktanten vorgeschaltet ist, der mindestens zwei mittels einer semipermeablen Membran voneinander getrennte Gasräume enthält, wobei der eine Gasraum von dem zur Brennstoffzelle hinströmenden frischen Reaktanten und der andere Gasraum von dem selben aus der Brennstoffzelle ausströmenden Reaktant durchströmt wird, wird eine ebenso einfache wie effektive Konstruktion erhalten, mit der das eingangs genannte Verfahren in zuverlässiger Weise durchführbar ist.

In besonders zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann der aus der Brennstoffzelle ausströmende Reaktant längs der semipermeablen Membran gegenständig zu dem der Brennstoffzelle zuströmenden selben Reaktanten strömen. Hierdurch wird der effektivste Wasserdampf- und Wärmeübergang gewährleistet.

In weiterer zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann als Reaktant Luft verwendet werden. Hierdurch wird bei allen irdischen Anwendungen das Mitführen von Sauerstoff eingespart.

Eine besonders einfache und zweckmäßige Konstruktion läßt sich erreichen, wenn in zweckmäßiger Weiterbildung der Erfindung die semipermeable Membran als flache, zwischen zwei strukturierte Abstandsplatten eingespannte Folie ausgebildet ist. Hierdurch lassen sich mit einfachen planen Folien, die sich an den Stegen der Rillen abstützen, große Austauschoberflächen erreichen.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand zweier in den Figuren dargestellte Ausführungsbeispiele erläutert:

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Brennstoffzelle mit je einem Befeuchter je Reaktant,

Fig. 2 einen Schnitt durch einen auseinander gezogene plattenförmigen Luftbefeuchter,

Fig. 3 eine Aufsicht auf eine strukturierte Abstandsplatte des Befeuchters der Fig. 2 und

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für ein Befeuchter mit einer schlauchförmigen Membran.

Die Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine alkalische Brennstoffzelle 1 mit den Zuführungsleitungen 2, 4 für die umzusetzenden Gase bzw. Reaktanten und den Austrittsleitungen 6, 8 für die mehr oder weniger umgesetzten Gase bzw. Reaktanten sowie je eine jeweils einem Reaktanten zugeordnete Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung derselben. Im Ausführungsbeispiel sind Sauerstoff und Wasserstoff als Reaktanten vorgesehen. Es können aber ebenso gut Luft und ein wasserstoffhaltiges Gasgemisch sein. Wie der Fig. 1 zu entnehmen ist, umfaßt die alkalische Brennstoffzelle im Ausführungsbeispiel eine den Elektrolyten — im Ausführungsbeispiel Kalilauge — durch Kapillarkräfte haltende Matrix 14, an der auf der einen Seite eine Kathode 16 und auf der anderen Seite eine Anode 18 anliegt. Auf der der Matrix 14 abgewandten Seite dieser beiden Elektroden 16, 18 ist je ein Gasraum 20, 22 vorgesehen und auf der den Elektroden abgewandten Seite dieses Gasraums ist je ein Heiz Kühl-Element 24, 26 angedeutet. Die Matrix 14 besteht im Ausführungsbeispiel aus ei-

nem mit Kalilauge getränkten Asbestpapier. Die Anode 18 wie auch die Kathode 16 bestehen im Ausführungsbeispiel aus einer porösen Platinschicht. Anstelle der Matrix 14 kann auch zwischen den beiden Elektroden 16, 18 eine Ionentauscherfolie mit anionischem Harz oder mit sauren Komponenten eingesetzt sein. In diesem Fall ist der Elektrolyt an der Folie gebunden und es ist außer für die Zuführung der Reaktanten lediglich für eine optimale Feuchte der Ionentauscherfolie zu sorgen.

Die beiden Anordnungen 10, 12 zur Befeuchtung der beiden Reaktanten sind für beide Reaktanten gleich ausgeführt. Sie bestehen gemäß der schematischen Darstellung der Fig. 1 aus einem Gasraum 30, 32 für den zuzuführenden frischen Reaktanten und ein direkt anschließenden zweiten Gasraum 34, 36 für den aus der Brennstoffzelle 1 ausströmenden Reaktanten, wobei beide Gasräume einer jeden Anordnung durch eine dünne permeable Membran 38, 40 voneinander getrennt sind. Wie aus der Fig. 1 weiterhin zu entnehmen ist, ist in den Gaszuführungsleitungen 2, 4 für die beiden Reaktanten — im Ausführungsbeispiel Sauerstoff und Wasserstoff — je ein Gasverdichter 42, 44 angeschlossen.

Beim Betrieb der Brennstoffzelle 1 wird jeder der beiden Reaktanten über den zugehörigen Gasverdichter 42, 44 in den Gasraum 30, 32 der diesem Reaktanten zugeordneten Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung des Reaktanten gedrückt und strömt dort entlang der semipermeablen Membran 38, 40 zum Ausgang dieses Gasraumes und von dort durch den entsprechenden Gasraum 20, 22 der Brennstoffzelle 1 wiederum in den gegenüberliegenden Gasraum 34, 36 derselben Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung des Reaktanten an der gegenüberliegenden Seite der semipermeablen Membran 38, 40 nach außen. Die beiden semipermeablen Membranen 38, 40 werden somit auf der einen Seite von frischen trockenen Reaktanten und auf der gegenüberliegenden Seite von dem gleichen von der Brennstoffzelle zurückströmenden heißen, mit Reaktionswasser angereicherten Reaktanten im Gegenstrom bespült. Das führt dazu, daß der frische Reaktant an der semipermeablen Membran 38, 40 von dem aus der Brennstoffzelle 1 austretenden Reaktanten aufgeheizt und zugleich befeuchtet wird. Durch diese Maßnahme wird der aus der Brennstoffzelle austretende Reaktant getrocknet und gekühlt. Dabei ist es ein großer Vorteil, daß zugleich sowohl die Überschußwärme des aus der Brennstoffzelle austretenden Reaktanten als auch sein Wasserdampfgehalt genutzt werden können. Dies erspart separate Einrichtungen zur Temperierung der der Brennstoffzelle zuströmenden Reaktanten. Darüber hinaus erspart es auch separate Einrichtungen zur Aufbereitung des für die Befeuchtung der Reaktanten sonst benötigten Wassers.

Die Fig. 2 und 3 zeigen ein Ausführungsbeispiel für den Aufbau, einer Anordnung 10, 12 zur Befeuchtung eines Reaktanten. Man erkennt in der Fig. 2, daß die Anordnung zur Befeuchtung aus abwechselnd aufeinander liegenden strukturierten Abstandsplatten, die im Ausführungsbeispiel als Rillenplatten 50, 52 dargestellt sind und semipermeablen Membranen 38, 39 besteht. Die strukturierten Abstandsplatten können beispielsweise aus Niromaterial bestehen. Sie tragen, wie die Fig. 3 zeigt, an ihren vier Ecken Durchgangsbohrungen 54, 55, 56, 57 sowie im Mittelfeld zwischen den vier Durchgangsbohrungen strukturierte Felder 58. Diese können geprägt sein. Die Stützstrukturen 60 sind jeweils bis in zwei einander diametral gegenüberliegende

Durchgangsbohrungen hinein ausgeführt. Die Stützstrukturen 60 sind auf der gegenüberliegenden Seite einer jeden Abstandsplatte 50, 52 gleichermaßen ausgeführt, nur sind Verbindungskanäle 67, 68, 69 (nur drei sichtbar) zu den beiden jeweils anderen Durchgangsbohrungen als auf der gegenüberliegenden Seite hingeführt. Die oberste und unterste Abstandsplatte 50 eines jeden Stapels ist nur auf der dem Stapel zugewandten Seite mit Stützstrukturen wie bei den anderen Abstandsplatten 52 ausgeführt. Auf der dem Stapel abgewandten Seite sind diese Deckplatten 50 lediglich mit vier Anschlüssen 64, 66 (nur zwei sichtbar) für die Reaktanten ausgerüstet.

Beim Betrieb der Anordnung 10 zur Befeuchtung strömt frischer Reaktant durch die Durchtrittsbohrung 54 hindurch in die jeweiligen über die Verbindungskanäle 67, 69 angeschlossenen strukturierten Felder 58 in die jeweils diametral gegenüberliegende Durchtrittsbohrung 56 für den frischen Reaktanten ein und strömt von dort zur Brennstoffzelle 1 hin. Der aus der Brennstoffzelle austretende teilweise umgesetzte gleiche Reaktant strömt über die Durchgangsbohrung 57 in den Stapel Abstandsplatten 50, ein und über die Verbindungskanäle 68 dieser Durchgangsbohrung in die jeweiligen strukturierten Felder 58 und von diesen über die weiteren Verbindungskanäle (nicht sichtbar) in die diagonal gegenüberliegende Durchgangsbohrung 55 ein und von dort aus der Anordnung 10 zur Befeuchtung wieder heraus. Dabei strömt der verbrauchte Reaktant im Gegenstrom zum frischen Reaktanten entlang gegenüberliegender Seiten der semipermeablen Membran. Hierdurch wird ein optimaler Stoff- und Wärmeaustausch erreicht.

Die Fig. 4 zeigt eine andere Anordnung 70 zur Befeuchtung der Reaktanten. Diese besteht aus einem zylindrischen Gefäß 72, in dem die semipermeable Membran beispielsweise in Form eines Schlauches 74 spiralförmig geführt ist und über zwei Schlauchstutzen 76, 78 an ihren beiden Enden aus dem zylindrischen Gefäß 72 herausgeführt wird. Darüber hinaus enthält sowohl die Bodenplatte 80 als auch die Deckplatte 82 dieses zylindrischen Gefäßes 72 einen Austrittsstutzen 84, 86 für den jeweils anderen Reaktanten. Bei dieser Anordnung ist es vorteilhaft, wenn der frische Reaktant durch die schlauchförmige semipermeable Membran 74 geführt und der aus der Brennstoffzelle 1 austretende selbe Reaktant unmittelbar in das zylindrische Gefäß, etwa durch die Bodenplatte 80 hindurch eingeführt und aus dem Austrittsstutzen 86 an der Deckplatte 82 wieder austritt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Befeuchtung mindestens eines einer sauren bzw. alkalischen Matrix-Brennstoffzelle oder einer Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzelle zuströmenden Reaktanten dadurch gekennzeichnet, daß der der Brennstoffzelle (1) jeweils zuströmende Reaktant von dem aus der Brennstoffzelle abströmenden selben Reaktanten nur durch eine semipermeable Membran (38, 39, 40, 74) getrennt ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Brennstoffzelle (1) abströmende Reaktant längs der semipermeablen Membran (38, 39, 40) gegensinnig zu dem der Brennstoffzelle zuströmenden selben Reaktanten strömt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der eine Reaktant Luft ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Reaktant im wesentlichen Sauerstoff ist.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoffzelle (1) ein Befeuchter (10, 12, 70) für mindestens einen Reaktanten vorgeschaltet ist, der mindestens zwei mittels einer semipermeablen Membran (38, 39, 40, 74) voneinander getrennte Gasräume enthält, wobei der eine Gasraum (30, 32, 74) von dem zur Brennstoffzelle hin strömenden frischen Reaktanten und der andere Gasraum (34, 36, 72) von dem selben aus der Brennstoffzelle ausströmenden Reaktanten durchströmt wird.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die semipermeable Membran (38, 39, 40) als flache, zwischen zwei strukturierte Abstandsplatten (50, 52) eingespannte Folie ausgebildet ist.

7. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die semipermeable Membran als Schlauch (74) ausgebildet ist.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlauch (74) von dem der Brennstoffzelle (1) zuströmenden Reaktant durchströmt wird.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als semipermeable Membran (38, 39, 40, 74) eine polymere Elektrolyt Membran verwendet ist.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der der Brennstoffzelle (1) zuströmende und der von der Brennstoffzelle abströmende selbe Reaktant im Gegenstrom längs der semipermeablen Membran (38, 39, 40) geführt werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

40

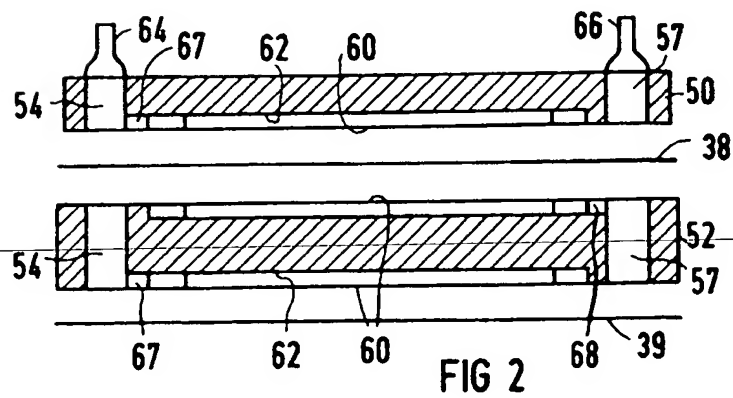
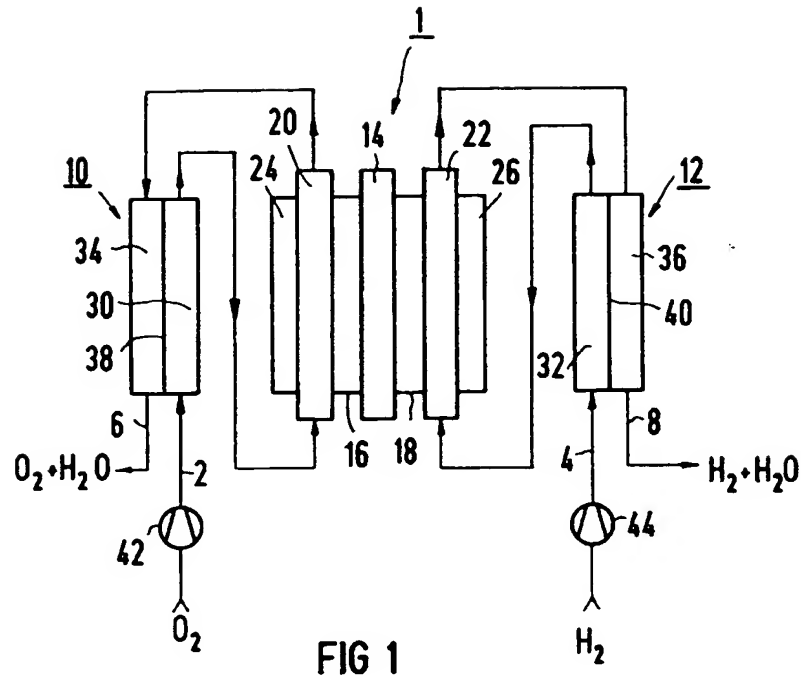
45

50

55

60

65



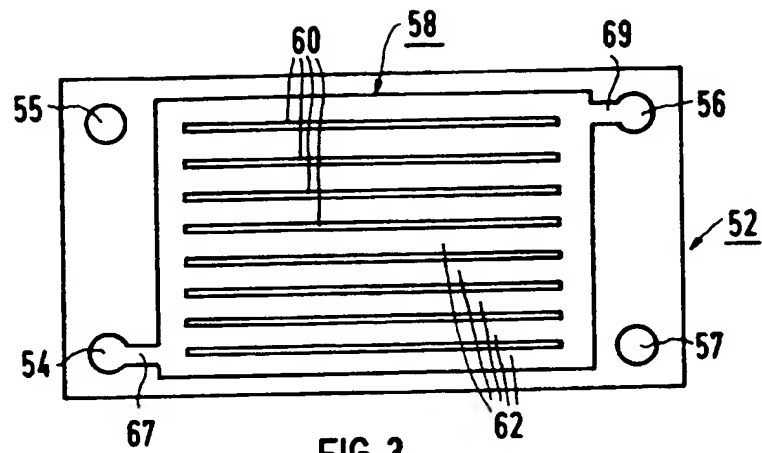


FIG 3

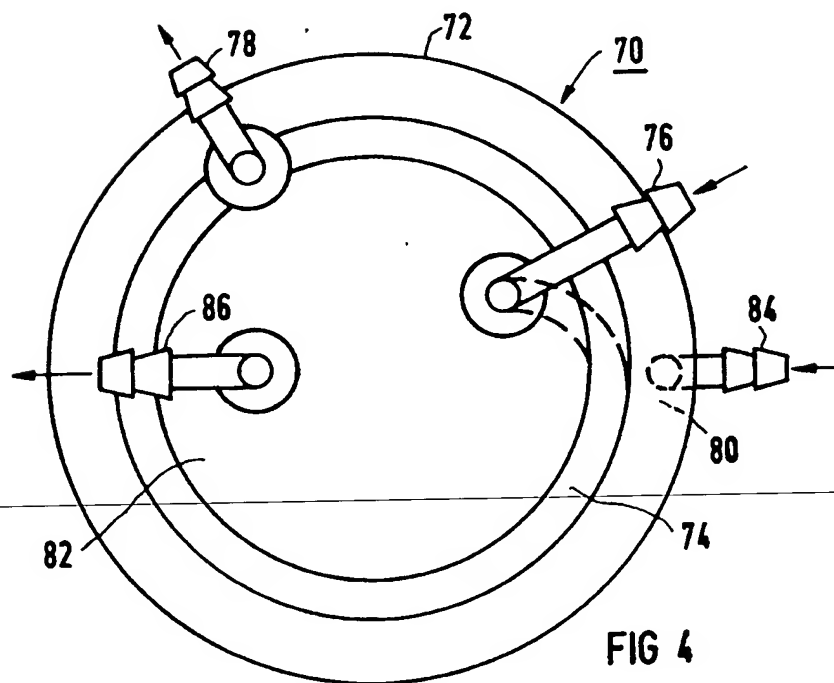


FIG 4

(19) **Federal Republic of Germany**  
**German patent office**

(12) **Published application**  
(10) **DE 42 01 632 A1**

(51) Intern. Classification<sup>5</sup>:  
**H 01 M 8/04**  
H 01 M 8/22

(21) File number: P 42 01 632.0  
(22) Filing date: January 23, 1992  
(43) Disclosure date: July 29, 1993

---

(71) Applicant:  
Siemens AG, 8000 München, DE

(72) Inventor:  
Strasser, Karl, Cert. Eng., 8520  
Erlangen, DE

---

(54) Method and arrangement to humidify reactants being supplied to a fuel cell

(57) During the operation of acid or alkaline fuel cells or polymer electrolyte fuel cells one is faced with the problem of maintaining a specific moisture content in the electrolyte.

For this purpose, the invention provides that a reactant being supplied to the fuel cell is separated from that same reactant, being discharged from the fuel cell, by only a semipermeable membrane. The invention is applicable to acid or alkaline matrix fuel cells or polymer electrolyte membrane fuel cells.

---

1

## Description

The invention relates to a method and device for the humidification of at least one reactant being supplied into an acid or alkaline matrix fuel cell or into a polymer electrolyte fuel cell. <<5>>

During the operation of acid or alkaline fuel cells the oxidation of hydrogen results in the production of water. <<10>> At the same time, humidity is continuously extracted from the electrolyte by the reactants being discharged, i.e. the oxidant ( $O_2$  or air) and the fuel ( $H_2$ ), and is removed from the fuel cell. But the performance of such a fuel cell is highly dependent on the water content or the electrolyte concentration. <<15>> If too much water is extracted from the electrolyte, then the electrolyte, or the matrix containing the electrolyte, or the hydrophilic ion exchange membrane can dry out. As a first result of this, the output of the fuel cell decreases. <<20>> Finally, this may lead to gas leakage, as a result of which hydrogen gas and oxygen gas mix to form oxyhydrogen gas. On the other hand, if too little water is being discharged, the operation is being affected by a decreasing electrolyte concentration or by a filling of the gas spaces with water, and the fuel cell gradually ceases to function. <<25>> While regulating the optimal water content is relatively easy for the known fuel cells with a circulating electrolyte, the regulating is much more complicated for the much more compact matrix fuel cells, <<30>> and especially for fuel cells with ion exchange membranes, since the water content is comparatively low and consequently imbalances in the water discharge quickly lead to malfunctions. <<35>>

In the regulation of the water balance of polymer electrolyte fuel cells it is already known to employ water-filled membrane humidifiers, multi-tube humidifiers, or bubble humidifiers in the supply lines of the reactants, i.e. the oxidant and the fuel. <<40>> These humidifiers are supplied with deionized water by a separate water supply system. The required heat of evaporation is provided by the thermal losses of the fuel cell, i.e. by the fuel cell's cooling water. <<45>>

In connection with this, it is also known to obtain the required water by condensing it from the fuel cell's exhaust air. But one characteristic feature of such a design is that the condenser is bulky and has only limited functionality at high ambient temperatures. <<50>>

It is the object of the invention to avoid these disadvantages and show a way to control the humidity of the electrolyte in the fuel cell in a manner that is as simple and reliable as possible. <<55>> This objective is met by the characteristic features of claims 1 and 5. Further practical embodiments are described in claims 2 to 4 and 6 to 10. <<60>>

The invention's solution of at least one reactant flowing into the fuel cell being separated from that same reactant flowing out of the fuel cell by only a semipermeable membrane <<65>> results in water vapor, in addition to heat, being transferred from the reactant being discharged from the fuel cell to the fresh reactant being supplied.

2

Of course, this only applies if the humidity in the fresh reactant being supplied is lower than the humidity in the same reactant being discharged from the fuel cell, which usually is the case due to the reactant's lower temperature. <<5>> A particular advantage is that the transfer of heat and humidity increases with an increasing temperature difference or difference of the relative humidity.

The invention's positioning of a humidifier, containing at least two gas spaces separated by a semipermeable membrane, for at least one reactant upstream of the fuel cell, <<10>> whereby the fresh reactant being supplied into the fuel cell flows through one gas space, while the same reactant being discharged from the fuel cell flows through the other gas space, <<15>> results in a design that is as simple as it is effective and that allows the implementation of the above described method in a reliable manner.

In an especially practical configuration of the invention, <<20>> the reactant being discharged from the fuel cell flows along the semipermeable membrane in the opposite direction as the same reactant being supplied into the fuel cell. This ensures the most efficient water vapor- and thermal transfer. <<25>>

In a further practical configuration of the invention, air may be used as reactant. This eliminates the need for oxygen storage for all terrestrial uses.

An especially simple and practical design may be achieved by, <<30>> in a practical further development of the invention, executing the semipermeable membrane as a planar film that is stretched between two structured spacer plates. This makes it possible to realize large transfer surfaces with simple planar films that are supported on the ridges of the grooves. <<35>>

Further details of the invention will be illustrated using two embodiment examples shown in the figures. <<40>>

Fig. 1 shows a schematic diagram of the fuel cell with one humidifier for each reactant.

Fig. 2 shows a section through a dismantled plate-type air-humidifier. <<45>>

Fig. 3 shows a top view onto a structured spacer plate of the humidifier of Fig. 2, and

Fig. 4 shows an embodiment example of a humidifier with a tubular membrane.

Fig. 1 is a schematic representation of an alkaline fuel cell 1 <<50>> with supply lines 2, 4 for the gases or reactants to be converted and discharge lines 6, 8 for the gases or reactants having reacted to a higher or lesser degree, as well as an arrangement 10, 12 associated with each of the reactants for the humidification of those same reactants. <<55>> In this embodiment example, oxygen and hydrogen are used as reactants. But it is also possible to employ air and a hydrogen-containing gas mixture. As shown in Fig. 1, the alkaline fuel cell of the embodiment example comprises a matrix 14, <<60>> which holds the electrolyte – potassium hydroxide solution in this embodiment example – by capillary force, and adjacent to which are located a cathode 16 on one side and an anode 18 on the other side. A gas space 20, 22 is provided on the side facing away from the matrix 14 of each of these two electrodes 16, 18. <<65>> A heating/cooling element 24, 26 is indicated on the gas space's side that faces away from the electrodes. The matrix of this embodiment example consists of asbestos paper impregnated with potassium hydroxide solution.



3

The anode 18 and the cathode 16 of the embodiment example consist of a porous platinum layer. It is also possible to place an ion exchanger film with an anionic resin or acidic constituents between the two electrodes 16, 18, instead of the matrix 14.

<<5>> In this case the electrolyte is fixed to the film and it is only necessary to supply the reactants and to ensure an optimum humidity of the ion exchange film. <<10>>

The two arrangements 10, 12 for the humidification of the two reactants are executed the same for both reactants. In accordance with the schematic diagram of Fig. 1, they consist of a gas space 30, 32 for the fresh reactant to be supplied and a directly adjacent gas space 34, 36 for the reactant being discharged from the fuel cell 1, <<15>> whereby in each arrangement the two gas spaces are separated by a thin permeable membrane 38, 40. As further shown in Fig. 1, <<20>> a gas compressor 42, 44 is connected in the gas supply lines 2, 4 for the two reactants – oxygen and hydrogen in this embodiment example.

During the operation of the fuel cell 1, each of the two reactants is pushed through the respective gas compressor 42, 44 <<25>> into the gas space 30, 32 of the respective arrangement 10, 12 for reactant humidification that is associated with the reactant, where the reactant flows along the semipermeable membrane 38, 40 to the outlet of this gas space, and from there through the corresponding gas space 20, 22 of the fuel cell 1 <<30>> back into the opposite gas space 34, 36 of the same arrangement 10, 12 for reactant humidification, where it flows along the opposite side of the semipermeable membrane 38, 40 to the exterior. <<35>>

Thus, fresh dry reactant flows on one of the two sides of the two semipermeable membranes 38, 40 and the same reactant, hot and returning from the fuel cell enriched with reaction water, flows in countercurrent on the opposite side. <<40>> This results in the fresh reactant being heated and humidified along the semipermeable membrane 38, 40 by the reactant being discharged from the fuel cell 1. At the same time, the reactant being discharged from the fuel cell is being dried and cooled. <<45>> Hereby, the possibility to utilize both the excess heat and the water vapor content of the reactant being discharged from the fuel cell is a great advantage. This eliminates the need for separate devices to control the temperature of the reactants flowing into the fuel cell. <<50>> Moreover, it eliminates the need for separate devices to condition the water that would be required to humidify the reactants. <<55>>

Figs. 2 and 3 show an embodiment example of an arrangement 10, 12 to humidify the reactants. As can be seen in Fig. 2, the humidification arrangement consists of an alternating arrangement of structured spacer plates, which in the embodiment example are shown as grooved plates 50, 52, and semipermeable membranes 38, 39. <<60>> The structured spacer plates may, for example, consist of stainless steel material. As shown in Fig. 3, they possess bores 54, 55, 56, 57 in their four corners and structured sections in their central area between the four bores. <<65>> These sections may be embossed. The support structures 60 extend to two diametrically opposed bores.

4

The support structures 60 are executed the same on the opposite side of each of the spacer plates 50, 52, except that connecting channels 67, 68, 69 (only three visible) <<5>> lead to the two other – compared to the opposite side – bores. The uppermost and the lowest spacer plate 50 of each stack only contains support structures – as in the other spacer plates 52 – on the side facing the stack. <<10>> On the side facing away from the stack, these end plates 50 are only equipped with four supply connectors 64, 66 (only two visible) for the reactants.

During the operation of the humidification arrangement 10, fresh reactant enters through the bore 54, flows through the structured sections 58 that are connected by the connecting channels 67, 69, flows into the diametrically opposed bore 56 for fresh reactant, from where it flows toward the fuel cell 1. <<20>> The same reactant, partially reacted and exiting from the fuel cell, flows through the bore 57 into the stack of spacer plates 50, flows through the connecting channels 68 of this bore into the corresponding structured sections 58, <<25>> flows from there through the other connecting channels (not visible) into the diagonally opposite bore 55, from where it exits the humidification arrangement 10. <<30>> Hereby, the used reactant and the fresh reactant flow countercurrently along opposite sides of the semipermeable membrane. This allows for the optimum exchange of matter and heat.

Fig. 4 shows a different arrangement 70 for the humidification of the reactants. <<35>> It consists of a cylindrical vessel 72, in which a, for example, tubular semipermeable membrane may extend in a helical pattern and may be connected to the outside of the cylindrical vessel 72 by two tubing connectors 76, 78 at its two ends. <<40>> In addition, the base plate 80 and the top plate 82 of this cylindrical vessel 72 contain outlet connectors 84, 86 for the respective other reactant. In this arrangement it is practical to conduct the fresh reactant through the tubular semipermeable membrane 74, <<45>> and to conduct that same reactant being discharged from the fuel cell 1 directly into the cylindrical vessel, for example by supplying it through the base plate 80 and by discharging it through the outlet connector 86 in the top plate 82. <<50>>

#### Patent Claims

1. Method for the humidification of at least one reactant <<55>> flowing into an acid or alkaline matrix fuel cell or polymer electrolyte membrane fuel cell, characterized in that the reactant flowing towards the fuel cell (1) is separated from that same reactant being discharged from the fuel cell <<60>> by a semipermeable membrane (38, 39, 40, 70).
2. Method according to claim 1, characterized in that the reactant being discharged from the fuel cell (1) is carried along the semipermeable membrane (38, 39, 40) in the opposite direction as the same reactant flowing towards the fuel cell.

3. Method according to claim 1 or 2, characterized in that air is one of the reactants.
4. Method according to claim 1 or 2, characterized in that one of the reactants is largely oxygen.
5. Arrangement for the implementation of the method according to one of claims 1 to 4, <<5>> characterized in that a humidifier (10, 12, 70) for at least one reactant, containing at least two gas spaces separated by means of a semipermeable membrane (38, 39, 40, 74), <<10>> is located upstream of the fuel cell (1), whereby fresh reactant, being supplied to the fuel cell, flows through the one gas space (30, 32, 74), and the same reactant, being discharged from the fuel cell, flows through the other gas space (34, 36, 72). <<15>>
6. Arrangement according to claim 5, characterized in that the semipermeable membrane (38, 39, 40) is executed as a planar film that is stretched between two structured spacer plates (50, 52). <<20>>
7. Arrangement according to claim 5, characterized in that the semipermeable membrane is executed as flexible tubing (74).
8. Arrangement according to claim 7, <<25>> characterized in that the reactant being supplied to the fuel cell (1) flows through the flexible tubing (74).
9. Arrangement according to one of claims 5 to 8, <<30>> characterized in that a polymer electrolyte membrane is employed as the semipermeable membrane (38, 39, 40, 74).
10. Arrangement according to one of claims 5 to 9, characterized in that the reactant being supplied to the fuel cell (1) and that same reactant being discharged from the fuel cell <<35>> are carried countercurrently along the semipermeable membrane (38, 39, 40).

2 pages of drawings enclosed